

Статья. Библиографические данные:

Мунасыпов Р.А., Житников А.П.
Формирование основ параллельной алгоритмики образовательной робототехники.
// Сб. матер. междунар. научно-практ. форума: Современные технологии преподавания естественно-научных дисциплин в системе общего и профессионального образования.
– Борисоглебск: ООО "Кристина и К", 2016.
– С. 43-51.

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АЛГОРИТМИКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

СОДЕРЖАНИЕ

Образовательная робототехника (область приложения алгоритмики)	1
Аналогии с образовательной информатикой	2
Параллельное программирование в образовательной робототехнике	3
Робототехническая параллельная алгоритмика.....	4
Опорная алгоритмическая база	5
Уровни формирования робототехнической алгоритмики	6
Заключение	7
Литература	8

ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ АЛГОРИТМИКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Мунасыпов Р.А., Житников А.П.

Уфимский государственный авиационный технический университет

Ставится задача подготовки общедоступных основ параллельной алгоритмики в связи с задачей формирования образовательной робототехники – в прямое продолжение общедоступных основ традиционной последовательной алгоритмики в составе образовательной информатики (ИКТ). Эта проблемная задача включает в себя ряд не менее проблемных составляющих задач, которые, тем не менее, поддаются поэтапному решению.

Образовательная робототехника (область приложения алгоритмики)

В настоящее время интенсивно формируется специфическая относительно самостоятельная область робототехники – принимающая массовые масштабы **образовательная робототехника** (Рис. 1). При этом она ассоциируется с **массовым робототехническим творчеством**, которое опирается на **массовое компьютерное творчество**. Все это связано с проблемами освоения основ теории и практики параллельных (и, в частности, последовательных) алгоритмов управления роботами и робототехническими системами, их физическими и программными моделями [1] (Рис. 1, Рис. 2).



Рис. 1. Области распространения робототехнических алгоритмических систем

Образовательная робототехника включает в себя следующие компоненты (Рис. 1):

- промышленное **производство** учебно-игровых **робототехнических легио-комплектов** (конструкторов) с микропроцессорным управлением, (включая опорный конструкторский набор, привода, сенсорику), а также

малогабаритных (программируемых) роботов, дронов учебно-игрового и практического назначения, сервисных образовательных роботов и т.п.;

- **практическая робототехника** (самодельная и организованная): сборка на основе легио-комплектов, самостоятельная разработка и применение робототехнических объектов и систем разного назначения, их физических и программных моделей;
- разные **виды и формы обучения** разной направленности;
- разнообразные **массовые мероприятия** – выставки, соревнования, олимпиады, учебные сборы и т.п.

Аналогии с образовательной информатикой

Целесообразно учитывать следующие аспекты (Рис. 2):

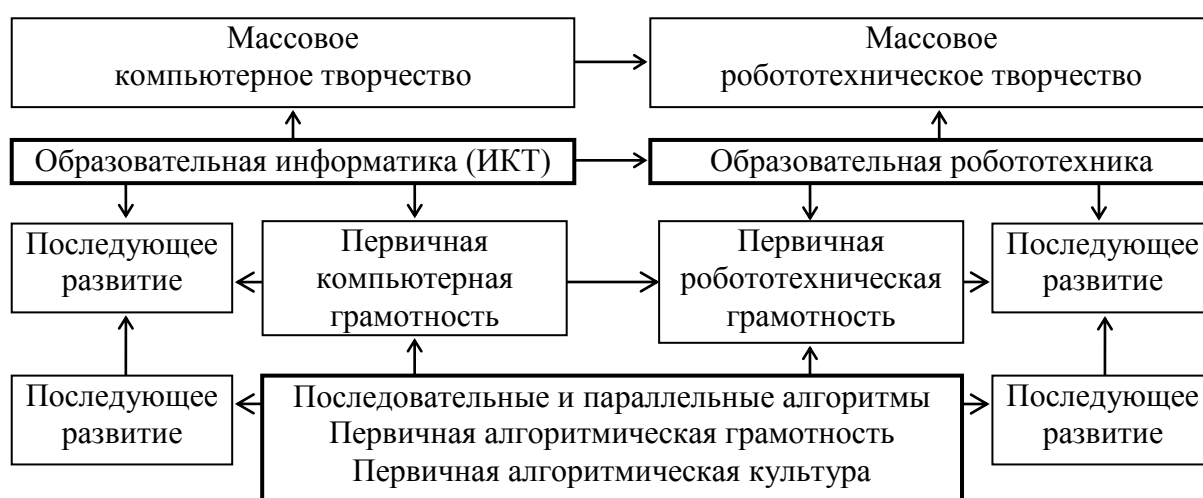


Рис. 2. Компьютерная, робототехническая и алгоритмическая грамотность

1) Достижения информатики породили:

- обязательную **образовательную информатику** в старших классах средней школы и ее задачи: обеспечение первичной **компьютерной грамотности** (и умелости) и ее поэтапное **развитие** (разные виды информационно-коммуникационных технологий) – с последующим продвижением этих задач в средние и младшие классы школы и в дошкольное обучение;
- ее продолжение (на новом уровне) в обязательных общеобразовательных курсах подготовки по информатике студентов высшей школы (практически любых специальностей).

2) Достижения робототехники:

- породили тенденцию формирования обязательной (в перспективе) **образовательной робототехники** и ее задачи: обеспечение первичной **робототехнической грамотности** (и умелости) и ее поэтапное **развитие** (роботизированные технологии) – фактически почти сразу для всех возрастных уровней общеобразовательной школы и в дошкольном обучении (это направление уже хорошо представлено и интернете);

- можно предположить, в перспективе, ее продолжение (на новом уровне) в обязательной общеобразовательной подготовке по робототехнике студентов высшей школы (также практически любых специальностей).

Компьютерная и робототехническая грамотность связана, в той или иной мере, с применением и с разработкой программ, что в свою очередь предполагает (в принципе) применение и разработку алгоритмов.

Параллельное программирование в образовательной робототехнике

В области массового компьютерного творчества и образовательной робототехники успешно осваиваются первичные средства *параллельного программирования* для решения задач управления техническими объектами и системами или их виртуальными программными моделями с наличием параллелизма (совмещения) во времени выполняемых действий. В частности, существуют следующие программные системы (с которыми можно ознакомиться в интернете):

1) Широко распространенная в рамках международного образовательного проекта система программирования **Scratch** (Скрэтч):

- доступный учебный конструктор интерактивных мультимедийных игр и презентаций и одноименный язык визуального программирования для управления множествами автономных и взаимодействующих графических объектов (спрайтов) с программной реализацией параллелизма их действия и взаимодействия во времени;
- это многоязычная среда (до 50 национальных языков) для *начального обучения* программированию школьников *младших* и *средних классов*: scratch – царапина, стартовая черта (from scratch – с нуля, с чистого листа);
- она используется также школьниками старших классов, студентами и преподавателями вузов для решения разных модельных задач.

2) Расширение **Scratch for Arduino** (S4A) этой системы или **ScratchDuino** для программирования микроконтроллерного модуля **Arduino** в разных приложениях, в частности в составе учебно-игровых робототехнических лего-комплектов с микропроцессорным управлением.

3) По образцу среды Scratch возникли разные ее аналоги, например: программная система **Blockly** (Блокли) фирмы Google – библиотека для создания среды визуального программирования, которая может быть встроена в произвольное веб-приложение.

Она включает в себя компоненты:

- графический редактор визуального программирования и генератор кода для исполнения в составе веб-приложений;
- экспорт программ Blockly в системы программирования на языках программирования JavaScript, Python, Dart, PHP, XML.

4) Учебная система моделирования (симуляции) роботов и робототехнических систем **V-REP** (Virtual Robot Experimentation Platform, **Рис. 3**). Она содержит множество программируемых моделей реальных (фирменных) и "авторских" роботов, включая модели промышленных роботов, и

допускает визуальную сборку и настройку новых систем и сред из типовых кинематических узлов и многих других компонент.

<p>Программируем роботов — бесплатный робосимулятор V-REP. Первые шаги</p> 	<p>Образцы моделей мобильных и стационарных роботов.</p> <p>На сцене могут быть сформированы разные естественные, бытовые, служебные, производственные и другие среды.</p>
	<p>Модели двух стационарных одноруких промышленных роботов: имитация обслуживания двух транспортных конвейеров (с раскладкой фигур на полу).</p> <p>Возможен контроль столкновений рук роботов (контроль минимальных расстояний подвижных частей 2-х роботов).</p>
	<p>Модель малогабаритного учебно-научного (исследовательского) мобильного робота YouBot фирмы KUKA: манипулятор на всенаправленной мобильной платформе (возможность движения в любом направлении: с поворотом колес).</p> <p>Демонстрация его работы в функции строительного робота: возведение простейшей архитектурной конструкции.</p>

Рис. 3. Визуальные модели роботов и робототехнических систем в среде V-REP

Робототехническая параллельная алгоритмика

Практическое применение средств параллельного программирования в указанной области фактически не имеет систематического теоретико-

алгоритмического обоснования. Соответственно этому ставятся следующие актуальные задачи:

1) **Алгоритмический анализ** этого феномена – факта массового параллельного программирования школьниками, причем раннего возраста (первый поисковый опыт такого анализа представлен в статьях [1, 2], начиная с простейших детских образцов и графических "каракулей").

2) Подготовка и опытное внедрение **общедоступных основ образовательной параллельной алгоритмики** в области образовательной робототехники, ориентированной на решение задач реальной практики параллельного программирования в образовательной робототехнике.

При этом целесообразно учитывать опыт массового внедрения основ традиционной последовательной алгоритмики в учебных курсах образовательной информатики и ее продвижения от старших классов средней школы в младшие классы. В частности:

- за простотой и доступностью учебного (школьного) алгоритмического языка (типа псевдокодов алгоритмов) и его графической поддержки (блок-схемы алгоритмов) стоит профессиональная теория и практика традиционных последовательных алгоритмов (и программ):

учебный курс "Основы информатики и вычислительной техники" длительно формировался и внедрялся (с 1985 г.) под руководством академика Ершова А.П., специалиста в области (прикладной) теории алгоритмов и теоретического программирования;

- началу массового внедрения школьного курса образовательной информатики и алгоритмики (1985 г.) предшествовала длительная (около 10 лет) работа по экспериментальному освоению программирования школьниками (в разных формах обучения) и его адаптации к школьным условиям;

- первоначально ведущую роль играло **опережающее формирование алгоритмического мышления и алгоритмической культуры** школьников, которое в настоящее время отошло на скромные задние планы – по разным причинам, в частности:

в массовом порядке алгоритмическая подготовка школьников не выходит за рамки учебно-осведомительных задач – без активной ее конечной реализации в некоторой реальной массовой деятельности самих учащихся.

Опорная алгоритмическая база

В статьях [3, 4] ставится проблемная задача формирования **профессиональных основ** теории и практики **параллельной (и последовательной) алгоритмики** в области промышленной робототехники и ее обобщения на другие виды робототехники (Рис. 4). Причем:

- исходной проблемой является обеспечение пригодности прикладной (структурной) **теории параллельных (и последовательных) алгоритмов** для внедрения в **массовую практику разработок** и еще более **массовую практику пользовательского применения** робототехнических систем:

в настоящее время эта теория здесь в массовом порядке не применяется (по ряду причин) и заменяется (в ограниченной степени) разными вспомогательными дискретными моделями (автоматные модели, сети Петри и т.п.);

- решающее значение имеет критический **фактор массовости** (поскольку локальные решения разных частных задач общую проблему не решают).

Производной от нее задачей является формирование на этой базе общедоступных **основ параллельной (и последовательной) алгоритмики**, ориентированной на условия **образовательной робототехники** (включая сопутствующие вычислительные и, вообще, математические вопросы).

Это сложная пара взаимосвязанных задач, но они вполне разрешимы (если их специально и целенаправленно решать). Причем решение образовательных задач может способствовать решению проблемных прикладных профессиональных задач (обратная связь в общей проблематике).

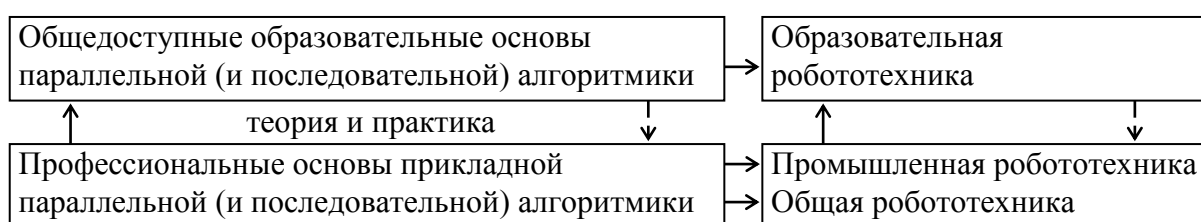


Рис. 4. Профессиональная и образовательная параллельная алгоритмика

Уровни формирования робототехнической алгоритмики

Строго говоря, целесообразно ориентироваться, в перспективе, на следующую общую систему (**Рис. 5**) основных уровней формирования робототехнической алгоритмики (по целям, задачам, знаниям, умениям и навыкам и т.п.):

1) **Профессиональная** робототехническая параллельная (и последовательная) **алгоритмика** – практическая и теоретическая.

(2) **Бытовая робототехническая алгоритмика** для особой массовой (в перспективе) категории персонала:

пользователь бытовых робототехнических систем – это проблемная категория, причем здесь большое значение будет иметь наличие общей образовательной робототехнической подготовки.

3) **Образовательная** робототехническая параллельная (и последовательная) **алгоритмика**, включая следующие подуровни:

3.1) Некоторая **общая теоретическая алгоритмическая база** робототехнической образовательной алгоритмики (в ее текущей динамике и на перспективу) – с учетом именно образовательной специфики.

3.2) Ее **адаптация** на массовый практический **преподавательский состав** разных категорий в области образовательной робототехники.

3.3) Ее **адаптация** на массовый **ученический состав** разных категорий (и на задачи массового робототехнического творчества).

При этом целесообразно наработка разделения функций персонала: **исследователи, разработчики** и **пользователи** робототехнических параллельных алгоритмов (в составе параллельных и последовательных робо-

технических систем и систем их моделирования) – это концептуально мало освоенный аспект.

Ученический состав и пользователи параллельных (и последовательных) алгоритмов находятся на нижних уровнях данной общей алгоритмической системы, но это **ключевые целевые категории** всех разработок.

Представлена система, сложная для ее реализации в настоящее время. Тем более что грани уровней могут быть размыты, возможны разные дополнительные подуровни, в одном лице может сочетаться несколько функций, возможна специализация по разным прикладным направлениям и т.п. Однако все это является достаточно объективным общим ориентиром в реальной робототехнической алгоритмической действительности.

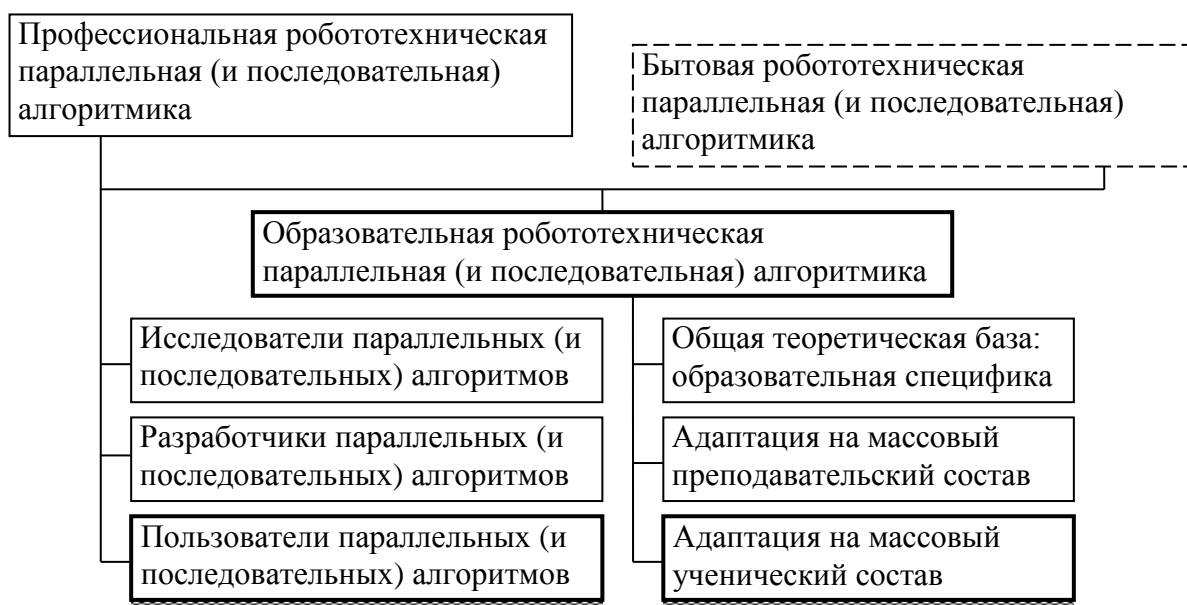


Рис. 5. Уровни формирования параллельной алгоритмики

Заключение

Промышленная робототехника – это исторически первичная область массовой робототехники, которая в настоящее время есть и, по прогнозам, будет наиболее массовой до середины 20-х годов 21-го века. Данное обстоятельство определяет ее особое место и особую роль в современной и перспективной массовой робототехнике в целом. Такая особая роль промышленной робототехники с ее параллельной (и последовательной) алгоритмической проблематикой должна иметь свое (первоочередное, преимущественно) отражение в образовательной робототехнике. Все это представляет интерес для анализа и практической реализации.

Образовательная робототехника с ее параллельной (и последовательной) алгоритмической проблематикой представляют собой производную категорию от промышленной и общей робототехники. При этом она обретает свою некоторую специфическую (условно отраслевую) самостоятельность и, более того, по своему существу оказываются, в некотором отношении, в основе всей робототехники и ее параллельной (и последовательной) алгоритмической проблематики (с заметным обратным

влиянием), особенно в перспективе. Это обстоятельство также представляет интерес для анализа и реализации.

В целом образовательная робототехника и ее параллельная (и последовательная) алгоритмическая проблематика должны формироваться в единой системе общего образования, начального, среднего и высшего профессионального образования (с учетом возрастной специфики и т.п.).

В последующих статьях авторов данной статьи в этом сборнике (и в других статьях по приведенным ссылкам) отражается изложенный выше общий подход в области подготовки общедоступных основ параллельной алгоритмики для решения задач автоматизации технологических процессов и промышленной робототехники. Он основан на длительном опыте раннего преподавания этих вопросов для первых-вторых курсов студентов технических специальностей (отдельными вставками в разные учебные дисциплины). При этом был короткий (но неожиданно положительный) эксперимент с параллельными алгоритмами в системе начального профессионального образования (еще в конце 80-х годов.) – операторы и наладчики станков с ЧПУ и промышленных роботов и другие специальности.

Литература

1. Житников А.П. Параллельная алгоритмика в массовой информатике и робототехнике. // Современные технологии преподавания естественнонаучных дисциплин в системе общего и профессионального образования. Сб. матер. науч.-практ. форума. – Борисоглебск: БГПИ, 2012. – С. 52-65.
http://paralg.ucoz.com/g4110/v5-g4110-s101-par_alg_v_mass.pdf
2. Житников А.П. Алгоритмический анализ параллельных Scratch-программ. // Там же. – С. 66-79.
http://paralg.ucoz.com/g4140/v5-g4144-s103-Zdchi_vne_TeoParAlg.pdf
3. Мунасыпов Р.А., Житников А.П. Задачи внедрения теории параллельных алгоритмов в практику разработок и применения роботизированных технологических систем. // Современные тенденции в технологиях металлообработки и конструциях металлообрабатывающих машин: Междунар. науч. сб. – Уфа: УГАТУ, 2015. – С. 140-147.
http://paralg.ucoz.com/g4140/v5-g4144-s103-Zdchi_vne_TeoParAlg.pdf
4. Мунасыпов Р.А., Житников А.П. Прикладная теория алгоритмов роботизированных технологических систем. Там же. – С. 148-154.
http://paralg.ucoz.com/g4140/v5-g4144-s104-Pri_TeoParAlg_RTS.pdf